

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑤

Int. Cl. 2:

B 28 B 1-52

⑩ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

E 04 C 5-07

E 04 C 2-06

E 04 C 3-02

DEUTSCHES PATENTAMT



C 04 B 43-02

DT 24 09 231 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 24 09 231

⑫

Aktenzeichen:

P 24 09 231.7

⑬

Anmeldetag:

27. 2. 74

⑭

Offenlegungstag:

4. 9. 75

⑮

Unionspriorität:

⑯ ⑰ ⑱

⑤

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung von durch anorganische Bindemittel  
verfestigten und durch Mineralfasern verstärkten Raumformkörpern

⑦

Anmelder:

Portland-Zementwerke Heidelberg AG, 6900 Heidelberg

⑧

Erfinder:

Meyer, Adolf, Prof. Dipl.-Ing. Dr., 6906 Leimen;  
Gutfleisch, Peter Oskar, Dipl.-Ing., 6800 Mannheim

DT 24 09 231 A1

**DR. GERHARD RATZEL**

PATENTANWALT

Akte 7676

68 MANNHEIM 1, 20. FEB. 1974  
Seckenheimer Str. 36a, Tel. (0621) 406315  
Postcheckkonto: Frankfurt/M. Nr. 8293  
Bank: Deutsche Bank Mannheim Nr. 72/00088  
Telegr.-Code: Garpat  
Telex 463570 Para D

Firma

Portland-Zementwerke Heidelberg  
Aktiengesellschaft69 Heidelberg

Berliner Straße 6

---

Verfahren zur Herstellung von durch anorganische  
Bindemittel verfestigten und durch Mineralfasern  
verstärkten Raumformkörpern

---

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von durch anorganische Bindemittel verfestigten und durch Mineralfasern verstärkten Raumformkörpern.

Durch anorganische Bindemittel verfestigte Massen sind hervorragend in der Lage, hohe Druckspannungen aufzunehmen; sie versagen jedoch bei relativ geringer Zugbeanspruchung. Deswegen werden Erzeugnisse, d.h. Formkörper aus diesen Massen in der Regel mit zugfesten Einlagen versehen, um die auftretenden Kräfte aufzunehmen und das Erzeugnis konstruktiv zusammenzuhalten. Durch anorganische Bindemittel verfestigte Massen neigen infolge äußerer Beanspruchung, Austrocknen und Temperaturdehnungen zur Rißbildung. Insbesondere bei Sichtflächen sind solche Risse unerwünscht. Der Korrosionsschutz der Stahlbewehrung wird bei zementgebundenen Massen durch Risse vermindert. Faserverstärkte, durch anorganische Bindemittel verfestigte Massen erreichen im Vergleich zu nicht verstärkten Massen wesentlich höhere Zug-, Biegezug- und Schlagfestigkeiten sowie Bruchdehnungen.

Die Verstärkungsfasern werden im allgemeinen bei durch anorganische Bindemittel verfestigten Massen durch Einmischen oder Einrieseln eingebracht. Beim Einmischen von Mineralfasern er-

zielt man nur unbefriedigende Ergebnisse. Die Mineralfaser wird beim Mischvorgang insbesondere wegen der körnigen Struktur der Bindemittelsuspension gekürzt und beschädigt. Beim Mischen kann es außerdem zu einer "Knäuelbildung" und damit zu einer nicht gleichmäßigen Verteilung der Mineralfasern kommen, die die erwünschte verstärkende Wirkung verhindert.

Auch beim Einrieseln von Fasern ist es, trotz weitgehender Automatisierung des Vorganges bisher nicht gelungen, das sogenannte Delaminieren, d.h. ein Auseinanderfallen des Formkörpers in Schichten zu verhindern. Infolge örtlich auftretender Überkonzentration von Fasern entstehen nachteiligerweise beim Delaminieren Trennschichten.

Das Einlegen von Mineralfaserbündeln in Tragrichtung des erzeugten Formkörpers bringt die höchste Biegezug- und Schlagfestigkeit. Dieses Verfahren ist jedoch technisch kompliziert und kostenaufwendig.

Alle genannten Verfahren erfordern ein geschultes Personal und/oder spezielle Maschinenausrüstungen.

Vorliegender Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der oben geschilderten Nachteile des Standes der Technik durch Mineralfasern verstärkte Raumformkörper zu schaffen, die u.a. verbesserte statische Eigenschaften haben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man das eingangsgenannte Verfahren in der Weise durchführt, daß mit Bindemittelleim oder Mörtel getränkte flächige Verstärkungsmatten, die aus künstlichen Mineralfasern bestehen, in frischem nicht abgebundenem Zustand übereinander und/oder nebeneinander gelegt werden, bis die gewünschte Verstärkung erreicht ist.

- Blatt 3 -

Nach einer bevorzugten Ausführungsform verwendet man dabei Verstärkungsmatten aus Glasfasern und/oder Steinfasern und/oder Schlackenfasern und/oder Kohlenstoff-Fasern.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist ferner dadurch gekennzeichnet, daß sich diese Verstärkungsmatten leicht und auch in unmittelbarer Nähe der Oberfläche der Raumformkörper einbauen lassen, wodurch besonders günstige statische Eigenschaften der Raumformkörper erreicht werden.

Außerdem wird durch die feine Verteilung der Fasern verhindert, daß netzförmige Risse entstehen. Bei Verwendung alkalischer Bindemittel wird die oberflächennahe Verstärkungsmatte aus an sich nicht alkalibeständiger Glasfaser durch Carbonatisierung geschützt. Versuche haben gezeigt, daß im Laufe von 3 Jahren bei nicht carbonatisierten Proben ein Festigkeitsabfall von 60 %, dagegen bei carbonatisierten Proben von rund 20 % auftritt.

Ein weiterer, ganz entscheidender Vorteil bei der Verwendung von Verstärkungsmatten ergibt sich aus der Tatsache, daß sich zu deren Produktion u.a. auch die äußerst wirtschaftliche Mineralfaserwolle eignet. Außerdem kann die Verstärkungswirkung in einer oder mehrere gewünschte Richtungen stellenweise oder überall durch Ausrichtung der Fasern oder durch Zulegen von Mineralfaserbündeln aus Stapel- oder Endlosfasern und/oder anderen Fasern gezielt verstärkt werden. Die zeitraubende Handarbeit beim Laminieren mit einzelnen Faserbündeln kann dadurch entfallen, auch werden Fehler bei der Verlegung weitgehend ausgeschaltet.

Von den Verstärkungsmatten muß gefordert werden, daß sie mit Bindemittelleim oder Mörtel tränkbar und nach der Erhärtung des Bindemittels kraftschlüssig mit der Matrix, d.h. der zu ver-

stärkenden Masse verbunden sind. Die für diesen Zweck für glasfaserverstärkte Kuststoffe verwendeten Verstärkungsmatten sind in der Regel unbrauchbar, weil sie zwar eine Tränkung mit flüssigem Kuststoff, jedoch nicht mit Bindemittelsuspensionen ermöglichen. Die erfindungsgemäß aufgebauten Verstärkungsmatten zeichnen sich dadurch aus, daß bei Verwendung von Mineralfaserbündeln deren Abstand und Durchmesser eine Tränkung mit Bindemittelleim oder Mörtel zuläßt, so daß beim Erhärten des Bindemittels die Hydratationsprodukte in die Bündel hineinwachsen und damit eine kraftschlüssige Verbindung herstellen. Bei Verwendung von Mineralfaserwolle wird durch die Tränkung mit Bindemittelleim oder Mörtel eine punktförmige Verkittung der Einzelfasern erreicht, die zu einer kraftschlüssigen Verbindung führt. Verstärkungsmatten dieser Art sind mit Flächengewichten von 10 bis 1000 g pro m<sup>2</sup> einfach herstellbar.

Die flächige Verstärkungsmatte wird von der Rolle abgerollt, auf einem Tisch ausgebreitet, mit Bindemittelleim oder Mörtel überzogen und durch Bürsten, Walzen, Rütteln oder Walken oder durch Vakuumbehandlung durchtränkt. Man erhält auf diese Weise eine relativ dünne mineralfaserverstärkte Schicht, die durch überlappendes Aneinander- und Übereinanderlegen auf die gewünschte Dicke und in die gewünschte Form gebracht wird. Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, die zur endgültigen Dicke übereinandergelegten Schichten zu pressen, wodurch der Bindemittelleim oder Mörtel in die Verstärkungsmatte hineingedrückt und das Erzeugnis gegebenenfalls entwässert wird.

Schubfeste Verbindungen zwischen den einzelnen Schichten kann man durch eine besondere Formgebung, z.B. durch eine wellenförmige Anordnung der Lagen oder durch Durchstoßen mehrerer Lagen erreichen, wobei an den Stanzstellen ein punktförmiges Ineinan-

- Blatt 5 -

dergreifen der Schichten erzielt wird. Das Durchstanzen geschieht zweckmäßigerweise z.B. durch Abwalzen mit einer Stachelwalze. Auf diese Weise können große Flächen kurzfristig bearbeitet werden. Weitere Möglichkeiten zur Erzielung schubfester Verbindungen ergeben sich durch Vernähen mit Mineralfaserbündeln oder durch Einlegen von mineralfaserverstärkten Kunststoffelementen, die z.B. beim Preßvorgang eingedrückt werden. Kurz zusammengefaßt sind die Vorteile der Verstärkung durch Verstärkungsmatten folgende:

1. Einfacher Einbau auch großer Fasermengen an der statisch günstigsten Stelle.
2. Keine Beschädigung der Mineralfasern durch den Mischvorgang.
3. Hoher Ausnutzungsgrad der Mineralfaser und dadurch überraschend große Festigkeiten.
4. Niedrige Herstellungskosten durch geringen Investitionsbedarf und Lohnkostenaufwand sowie Einsatz preisgünstiger Mineralfaserwolle.

Bevorzugte Arbeitsweisen und der Erfolg des erfindungsgemäßen Verfahrens soll im folgenden anhand von 2 Beispielen verdeutlicht werden:

#### Beispiel 1:

Als flächige Verstärkungsmatte wird ein handelsübliches mit einem organischen Bindemittel vorgebundenes Mineralwollevlies mit einem Gewicht von  $45 \text{ g/m}^2$  verwendet. Der Fasergehalt beträgt 87 Gew.%. Diese Verstärkungsmatte wird auf einem Tisch ausgerollt und pro  $\text{m}^2$  mit etwa 10 g Zementleim (Wasserzementwert = 0,45) überzogen und mit einer Gummiwalze abgewalzt. Sodann wird die nächste Verstärkungsmatte aufgelegt und der Tränkvorgang



- Blatt 6 -

wiederholt. Beim Aufeinanderlegen von 10 Verstärkungsmatten entsteht eine Platte von 4 mm Dicke. Das fertige Erzeugnis wurde vorübergehend einer Auflast von  $5 \text{ kp/cm}^2$  ausgesetzt. Dadurch trat eine zusätzliche Verdichtung ein. Die Platte wurde anschließend eine Woche lang in feuchter Luft bei  $20^\circ\text{C}$  und 95 % relativer Luftfeuchtigkeit und hierauf weitere 3 Wochen bei  $20^\circ\text{C}$  und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit gelagert. Im Alter von 28 Tagen betrug die Biegezugfestigkeit  $590 \text{ kp/cm}^2$ ; Bei Schlagproben wurde eine Schlagzähigkeit von  $12 \text{ kpcm/cm}^2$  erreicht.

Dieses Ergebnis ist sehr überraschend, weil es mit einer relativ preisgünstigen Mineralfaserwolle erzielt worden ist. Beim Einmischen der gleichen Menge Mineralfasern werden lediglich Biegezugfestigkeiten von max.  $250 \text{ kp/cm}^2$  erreicht.

Beispiel 2:

Um die technischen und wirtschaftlichen Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Beweis zu stellen, wurden 3 Platten von 1 cm Dicke mit dem gleichen Mineralfasergehalt von 2 Vol.-% hergestellt.

Bei Platte A wurden Mineralfaserbündel und E-Glasfasern mit einem Faserdurchmesser von  $10 \mu$  und einer Faserzahl im Bündel von 204 Stück von 25 mm Länge in eine zementgebundene Matrix eingemischt.

Bei Platte B wurden Mineralfaserbündel wie bei Platte A, jedoch von 50 mm Länge in eine zementgebundene Matrix, eingerieselt.

Bei Platte C wurde oben und unten je eine Verstärkungsmatte verlegt, die aus einem Mineralwollevlies von  $50 \text{ g/m}^2$  und Mineralfaserbündel und E-Glasfasern mit einem Faserdurchmesser von  $10 \mu$

und einer Faseranzahl von rund 11000 Stück (handelsübliche Roving) im Abstand von 12,5 mm bestand. Auch bei dieser Platte betrug der Mineralfasergehalt 2 Vol.-%.

Alle Platten wurden 7 Tage feucht bei 20°C und dann bis zum 28. Tag in Luft von 20°C und 50 % rel. Luftfeuchtigkeit gelagert. Die Biegezugfestigkeit im Alter von 28 Tagen ist in der folgenden Tafel aufgeführt.

Platte	Bruchmoment		Bemerkung
	kp/cm <sup>2</sup>	%	
A	135	100	in beiden Richtungen
B	160	119	
C	365	270	Hauptverstärkungsrichtung
	115	85	Nebenverstärkungsrichtung

Der in dieser Offenbarung verwendete Ausdruck Raumformkörper steht als Dachbegriff für jede Art von Raumform d.h. es ist mit diesem Begriff jede Art von Körper wie beispielsweise Platten, Balken, Wandelemente und so weiter umfaßt.

-8-  
P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung von durch anorganische Bindemittel verfestigten und durch Mineralfasern verstärkten Raumformkörpern, dadurch gekennzeichnet, daß mit Bindemittelleim oder Mörtel getränkte flächige Verstärkungsmatten, die aus künstlichen Mineralfasern bestehen, in frischen nicht abgebundenen Zustand übereinander und/oder nebeneinandergelegt werden, bis die gewünschte Verstärkung erreicht ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man Verstärkungsmatten aus Glasfasern und/oder Steinfasern und/oder Schlackenfasern und/oder Kohlenstoff-Fasern verwendet.
3. Verfahren nach Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mit Bindemittelleim oder Mörtel getränkten flächigen Verstärkungsmatten aus Mineralfaserwolle und/oder Mineralfaserbündeln und/oder anderen Mineralfasern bestehen, die einen Durchmesser von 1 bis 50  $\mu$  haben, die Faserbündel aus 5 bis 30000 Fasern bestehen und der Abstand der Fasern bzw. Faserbündel untereinander und der Aufbau der Faserbündel <sup>selbst</sup> so beschaffen ist, daß durch die Tränkung mit Bindemittelleim oder Mörtel nach dem Erhärten eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Faser und Matrix entsteht.
4. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß metallische Fasern mitverwendet werden.
5. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß organische Fasern und/oder anorganische mitverwendet werden.

- Blatt 2 -  
der Patentansprüche

- 9 -

6. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß man den Verstärkungsmatten eine bevorzugte Verstärkungsrichtung gibt,
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß man die bevorzugte Verstärkungsrichtung durch Ausrichtung der Fasern in der Verstärkungsmatte oder durch Zulegen von Faserbündeln bewirkt.
8. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsmatten durch anorganische oder organische Bindemittel soweit vorgebunden werden, wie es die weitere Handhabung beim Tränken und Einbauen erfordert.
9. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsmatten mit Wasser, ansich bekannten Mineralfaserbehandlungslösungen und -suspensionen sowie Schlichten vorbehandelt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß man durch ansich bekannte weitere Zusätze, wie beispielsweise durch den Zusatz von Betonverflüssiger die Affinität der Faser gegenüber der durch anorganische Bindemittel verfestigten Masse verbessert.
11. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsmatten vor dem Einbau durchgehend oder stellenweise mit einer haftverstärkenden Suspension oder Lösung, wie zum Beispiel mit Bindemittelleim oder Calciumhydroxylösung vorbehandelt werden, um eine möglichst hohe Anzahl von Mineralfasern an der Aufnahme der Belastung zu beteiligen, die Verankerung zu verbessern und gegebenenfalls den Schutz der Mineralfasern gegen alkalischen Angriff zu erhöhen.

12. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß man bei Verwendung alkalisch reagierender Bindemittel zur Verstärkung Mineralfasern mit erhöhter Widerstandsfähigkeit gegen alkalischen Angriff verwendet, wobei diese Eigenschaft

sowohl durch die Art der Zusammensetzung der Faser als auch durch eine nachträgliche Oberflächenbehandlung, beispielsweise durch Aufbringen einer Schutzschicht erreicht wird.

13. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß man bei Verwendung alkalisch reagierender Bindemittel, wie zum Beispiel Zement, den pH-Wert des Porenwassers durch Behandlung mit Kohlendioxyd (Carbonatisieren) und/oder durch Zusätze und Zusatzmittel und/oder durch eine besondere Auswahl des Bindemittels herabsetzt.

14. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß man für die Raumformkörper eine durch anorganische Bindemittel verfestigte Masse als Matrix einsetzt und leichte und/oder schwere Zuschläge, Zusatzstoffe oder Zusatzmittel ansich bekannter Art und Wirkung zugibt.

15. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß man die Verstärkungsmatten durch Tauchen und/oder Besprühen und/oder Einwalzen und/oder Einbürsten und/oder Rütteln mit Bindemittelleim oder Mörtel tränkt und/oder durch einseitige oder beidseitige Vakuumbehandlung oder durch pulsierendes Vakuum oder durch Rütteln, Pressen, Schleudern oder Walzen verdichtet und/oder entwässert.

16. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß man Raumformkörper herstellt, die lediglich an bevorzugten Stellen des Querschnitts zum Beispiel an den Außenseiten mit Verstärkungsmatten verstärkt sind.
17. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß man zwischen den mit Verstärkungsmatten verstärkten Zonen der Raumformkörper leichte und/oder schwere härtbare Massen oder vorgefertigte Elemente, beispielsweise aus Wärmedämmstoffen bestehend, anordnet.
18. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß man durch Stanzen, Eindrücken oder Vernähen der Verstärkungsmatten in sich noch nicht im erhärteten Zustand befindlichen Raumformkörper oder durch eine besondere Anordnung der Verstärkungsmatten, beispielsweise durch eine stellenweise oder durchgehende wellenförmige Anordnung der Verstärkungsmatten, im Raumformkörper eine Übertragung größerer Schubkräfte ermöglicht.